

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-050812

(43)Date of publication of application : 20.02.1998

(51)Int.Cl.

H01L 21/68  
B23Q 3/15

(21)Application number : 09-111359

(71)Applicant : APPLIED MATERIALS INC

(22)Date of filing : 28.04.1997

(72)Inventor : DONDE ARIK

(30)Priority

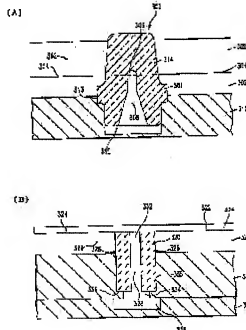
Priority number : 96 639156 Priority date : 26.04.1996 Priority country : US

## (54) MANUFACTURE OF SURFACE WHICH IMPROVES ADHESION OF DIELECTRIC LAYER

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve connection of a dielectric material such as a ceramic material which is subjected to plasma flame-spraying and a lower surface such as a metallic electrostatic chuck pedestal by providing a dielectric material in close contact with a lower part material with an under cut structure for bonding reinforcement to a surface of a lower material.

**SOLUTION:** Basically, a dielectric insert 300 and a dielectric sleeve 320 are used as a plurality of inserts 320 arranged in a circumferential edge part of an electrostatic chuck. The dielectric insert 300 is set in a socket hole 313 and a bottom part of a boss 301 is mounted on a side surface part of the socket hole 313. A clearance between a bottom part of the dielectric insert 300 and a bottom part of a buried channel 312 remains. A tubular dielectric sleeve 320 is a right cylinder with an axial flow path 328. The flow path 328 passes through the dielectric sleeve 320 and can have a blind upper end part such as the insert 300. Thereby, adhesion of a dielectric material which constitutes a part of a surface structure can be improved.



特開平10-50812

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月20日

(51) Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/68			H 0 1 L 21/68	R
B 2 3 Q 3/15			B 2 3 Q 3/15	D

審査請求 未請求 請求項の数36 O L (全 11 頁)

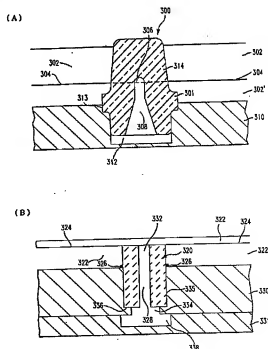
(21) 出願番号	特願平9-111359	(71) 出願人	390040680 アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド APPLIED MATERIALS, INCORPORATED アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95054 サンタ クララ パウアーズ アベニュー 3050
(22) 出願日	平成9年(1997) 4月28日	(72) 発明者	アリク ドンデ アメリカ合衆国, テキサス州, ダラス, パーク ヒル ドライヴ 16904
(31) 優先権主張番号	08/639156	(74) 代理人	弁理士 長谷川 芳樹 (外4名)
(32) 優先日	1996年4月26日		
(33) 優先権主張国	米国 (U S)		

## (54) 【発明の名称】 誘電体層の接着力を高める表面の作製

## (57) 【要約】

【課題】 静電チャック等の生産寿命を向上させることを提供する。

【解決手段】 本発明が開示する表面構造は、アンダカット構造を有する下部材料と密に接している誘電体材料を備えて、誘電体材料が下部材料の表面に接着することが強化されている。表面構造には、アンダカット構造が少なくとも1つ好適には複数備えられ、適用される誘電体層の機械的なロックを容易にする。好適には、アンダカット構造が、誘電体材料が適用されるべき表面を通る少なくとも一つの溝になっている。高温での適用に関して好適な誘電体材料としては、セラミック材料が特別上等である。半導体処理チャンバの内部用に、且つ、その内部の機能素子用に最も基本的に用いられる構造用材料は、アルミニウム又はその合金である。表面に所望のアンダカット構造を作製するために、特定条件で行われるグリットブラストは有利な方法である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 誘電体層の適用に適した静電チャックの導電性処理表面であって、

少なくとも1つのアンダカット構造を備えて、適用された誘電体層の機械的なロックを容易にすることを特徴とする導電性処理表面。

【請求項2】 前記アンダカット構造が、溝の形であることを特徴とする請求項1に記載の導電性処理表面。

【請求項3】 前記溝が少なくとも0.001インチ（0.025mm）の高さを有していることを特徴とする請求項2に記載の導電性処理表面。

【請求項4】 前記溝が約0.003インチ（0.075mm）のピッチを有していることを特徴とする請求項3に記載の導電性処理表面。

【請求項5】 前記アンダカット構造が、鳩尾形になっていることを特徴とする請求項2に記載の導電性処理表面。

【請求項6】 アルミニウムを備えていることを特徴とする請求項1に記載の導電性処理表面。

【請求項7】 誘電体層の適用に適した静電チャックの導電性表面を製作する方法であって、

（a）前記導電性表面をターンテーブルに取り付ける工程と、

（b）前記導電性表面内に作り出される望ましい溝の深さ及びピッチを得るのに適した速度で回転させる工程と、

（c）前記導電性表面を十分な大きさの粒子と接触させて、前記導電性表面に前記溝を作り出すのに十分な力でもって進む工程と、を備える方法。

【請求項8】 前記粒子を、グリットブラストノズルを用いて適用することを特徴とする請求項7に記載の方法。

【請求項9】 前記溝の作製中に、前記導電性表面に対して前記ノズルを動かすことを特徴とする請求項8に記載の方法。

【請求項10】 前記溝の作製中に、前記ノズルを前記導電性表面の外縁部から前記導電性表面の中央部に動かすことを特徴とする請求項8に記載の方法。

【請求項11】 前記溝の作製中に、前記ノズルを静止させ、且つ、前記ノズルを通り過ぎたところまで、前記ターンテーブルを動かすことを特徴とする請求項8に記載の方法。

【請求項12】 前記粒子の大きさが、50〜100メッシュにわたっていることを特徴とする請求項7に記載の方法。

【請求項13】 前記粒子の大きさが、60〜80メッシュにわたっていることを特徴とする請求項12に記載の方法。

【請求項14】 前記粒子が酸化アルミニウムからなることを特徴とする請求項12に記載の方法。

【請求項15】 前記ターンテーブルの速度が、5〜100rpmにわたっていることを特徴とする請求項7に記載の方法。

【請求項16】 前記ターンテーブルの速度が、20〜30rpmにわたっていることを特徴とする請求項15に記載の方法。

【請求項17】 前記粒子が前記導電性表面に衝突する衝突角度が、50〜80°にわたっていることを特徴とする請求項7に記載の方法。

【請求項18】 前記粒子が前記導電性表面に衝突する衝突角度が、60〜70°にわたっていることを特徴とする請求項17に記載の方法。

【請求項19】 請求項1に記載の導電性処理表面を備え、

前記導電性処理表面全体に誘電体層が適用されていることを特徴とする静電チャック。

【請求項20】 前記誘電体層が熱的に吹き付けられていることを特徴とする請求項19に記載の静電チャック。

【請求項21】 前記誘電体層がプラズマ溶射されていることを特徴とする請求項20に記載の静電チャック。

【請求項22】 前記誘電体層がアルミナからなることを特徴とする請求項21に記載の静電チャック。

【請求項23】 前記誘電体層が、80〜90°にわたっている衝突角度で適用されていることを特徴とする請求項22に記載の静電チャック。

【請求項24】 半導体処理装置に有益な表面構造であって、

アンダカット構造を少なくとも一つ有する下部材料と密に接している誘電体材料を備えて、前記誘電体材料が前記下部材料に接合することが強化されることを特徴とする表面構造。

【請求項25】 前記下部材料が金属を備えることを特徴とする請求項24に記載の表面構造。

【請求項26】 前記アンダカット構造が鳩尾形になっていることを特徴とする請求項24に記載の表面構造。

【請求項27】 半導体処理チャンバの内面に設けられていることを特徴とする請求項24に記載の表面構造。

【請求項28】 前記処理チャンバ内面が高密度プラズマにさらされることを特徴とする請求項24に表面構造。

【請求項29】 静電チャックの上部基板接触面に設けられていることを特徴とする請求項24に記載の表面構造。

【請求項30】 複数のアンダカット構造があることを特徴とする請求項24に記載の表面構造。

【請求項31】 前記アンダカット構造が鳩尾形になっていることを特徴とする請求項30に記載の表面構造。

【請求項32】 前記誘電体材料が、アルミナ、アルミナ/チタニア、エンジンリング熱可塑性材料、及び、体

積で35～45%のガラス又は鉛物の充填材が入っているエンジニアリング熱可塑性材からなる群から選択されたものであることを特徴とする請求項24に記載の表面構造。

【請求項33】 前記誘電体材料が、熱的に吹き付けられたアルミナ又はアルミナ/チタニアであることを特徴とする請求項32に記載の表面構造。

【請求項34】 前記熱的に吹き付けられたアルミナ又はアルミナ/チタニアが、プラズマ溶射されることを特徴とする請求項33に記載の表面構造。

【請求項35】 前記誘電体材料が、アンダカット構造を有する前記下部材料全体に射出成形されるエンジニアリング熱可塑性材であることを特徴とする請求項32に記載の表面構造。

【請求項36】 前記誘電体材料が、アンダカット構造を有する前記下部材料全体に射出成形又は圧縮成形され、体積で35～45%のガラス又は鉛物の充填材が入っているエンジニアリング熱可塑性材であることを特徴とする請求項32に記載の表面構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、表面構造及びその構造の作製方法に関する。当該表面構造は、表面構造の一部を構成する誘電体材料、例えばプラズマ溶射されたセラミック(plasma sprayed ceramic)の接着力を高める。表面構造の好適な運用としては半導体処理装置が含まれ、例えばプロセスチャンバの内面や、半導体基板をチャンバ内部の所定位置に収容するのに用いられる静電チャックのように、チャンバ内部で用いられる機能素子の表面が含まれている。処理チャンバ内面又は静電チャックの上面の製造には、アルミニウム表面の作製が含まれており、そのような前処理した表面上に誘電体材料(例えば、アルミナ又はアルミナ/チタニア)を付ける(例えば、プラズマ溶射)ことが後に続く。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】1994年9月27日に付与され、本明細書で参考文献として援用されるコリンズ(Collins)等の米国特許第5,350,479号には、プラズマ反応チャンバ内で処理される物品(典型的には半導体基板)を収容するための静電チャックが記載されている。静電チャックには、誘電体材料層で覆われた金属ベディスタルが含まれ、誘電体材料の上面に冷却ガスを供給するためのシステムを包含している。冷却ガスは静電チャック上に支持される物品の底部と接触している。

【0003】とりわけ、1994年5月24日に付与され、本明細書で参考文献として援用されるコリンズ等の米国特許第5,315,473号には、静電チャックの把持力(clamping force)を改善する諸方法が記載されている。特に、誘電体材料の組成と誘電体層の厚さとが、

把持力を決定する際の重要な因子の中にある。全く平坦な誘電体層を作り出すことはまだ現実的でないので、空間に生じる間隙(space)が改善されている。一般的には、誘電体層が薄ければ薄いほど把持力は大きくなり、他の全ての因子は一定であるとみなされる。しかしながら、現実的には限界があって、誘電体層の極限の厚さは制限される。厚さが約1ミリインチ(1mil)以下の誘電体層の場合、半導体基板と静電チャック上面との間の空間に生じる間隙を改善するために必要とされる誘電体層が、絶縁破壊して絶縁特性を失うことが経験によって知られている。

【0004】1994年6月14日に公表され、本明細書で参考文献として援用されるコリンズ等の欧州特許出願第3309608、3号には、上記に参考文献として援用した米国特許5,350,479号に開示された種類の静電チャックの構成が記載されている。静電チャックの組み立てには、アルミニウムベディスタルのグリッドブラストをすること(grid-blasting)が含まれ、グリッドブラストされたアルミニウムベディスタルの表面上に、例えば、アルミナ又はアルミナ/チタニアのような誘電体材料を吹き付ける(例えば、プラズマ溶射)ことが後に続いている。吹き付けられた誘電体の厚さは最終的な所望の厚さよりも、約15～20ミリンチ(380～508マイクロメートル)だけ厚くなっていることが典型的である。誘電体材料を付けた後は厚さを研磨により減らし、そして、誘電体材料が最終的な所望の厚さ、例えば約7ミリンチ(180マイクロメートル)の厚さを有するようにする。それから、誘電体層の上面を処理し、熱伝達ガス供給溝(heat transfer distribution grooves)のパターンを、その層表面全面に設ける。誘電体層を通して穿孔を作り出して、熱伝達ガス供給溝が静電チャックのベディスタル内に含まれているガス供給孔(gas distribution cavity)と接続されるようにする。

【0005】静電チャックの誘電体層の製造は、静電チャックを構成する誘電体層とその下にある導電性(典型的にはアルミニウム)ベディスタルとの間の境界線における応力の原因となる。そのような製造には以下のこと、すなわち、研磨により誘電体層の正確な厚さを得ること、レーザマイクロ機械加工を用いて、砥石層を用いて或いはマスクを介したグリッドブラストを用いて、冷却ガス供給溝(cooling gas distribution grooves)を誘電体層の表面に形成することが含まれている。さらに、半導体処理操作中には、静電チャックが用いられる処理チャンバの温度は約350℃まで達することがある。静電チャックのアルミニウムベディスタルの線膨張係数は、アルミナのより典型的な誘電体材料の約4～8×10<sup>-6</sup>mm/mm/℃と比較して、約300℃で約26×10<sup>-6</sup>mm/mm/℃であるので、処理サイクル(process cycle)により、アルミニウムベディスタルと

その上にある誘電体層との間の境界部には、繰り返して応力が発生する。上述の応力は、誘電体層とその下にあるアルミニウムベディスタル表面との間の境界部に、層剥離又は割れからポケットを作り出すことができる。

【0006】静電チャック誘電体層内部のあらゆる空間には、高密度プラズマ処理条件下、アーク放電又はグロー放電の可能性がある。高電子密度プラズマ中では (In high electron density plasma: I I D P)、高周波エネルギーが電磁的に結合してプラズマチャンバの「ソース」領域となって、高電子密度のプラズマが発生し且つ維持される。さらに、高周波「バイアス」はプラズマ中で容量的に結合して、物品の処理中は、イオンのフィールドを物品 (典型的には半導体基板) に向ける。特に、静電チャックが、半導体基板のすぐ上方において大電力の高周波フィールド及び高密度プラズマにさらされているときは、アーク放電又はグロー放電により、誘電体層と接触する冷却ガスが絶縁破壊をする可能性がある。さらに、静電チャックの誘電体層上に支持された半導体基板と静電チャックのベディスタルを形成するアルミニウムの下部導電層 (underlying conductive layer) との間には、直接的で且つ直線状になっている経路 (a direct straight line path) が多いので、アークがこの経路に沿って生じる傾向にある。半導体基板表面でのアーク放電又はグロー放電は、結果として基板の損失となる。さらに、ガス供給孔内部若しくは誘電体層内部の空間に生じる他のあらゆるポケット内部、又は、誘電体層とその下にあるアルミニウムベディスタルとの間におけるアーク放電又はグロー放電により、誘電体層及びその下にあるアルミニウム層が劣化し、静電チャックの生産寿命 (productive lifetime) が大いに短縮する。

【0007】前記の見地から、プラズマ溶射されたアルミナ又はアルミナ-チタニアのうちの誘電体層とアルミニウムベディスタルとの間の面接触の構造が、静電チャックの性能及びその生産寿命にとって重要であることが明らかとなった。本発明は、プラズマ溶射されたセラミック材料のような誘電体材料と金属製の静電チャックベディスタルのような下面との結合の改善を行う。結合の改善により、2つの材料間の境界部での層剥離の可能性が減り、静電チャックの劣化の原因となり、空間のポケット (spac ial pockets) の発生が回避される。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は表面構造及びその構造の作製方法を開示する。表面構造は、アンダカット構造を有する下部材料と密に接している誘電体材料を備えて、誘電体材料が下部材料の表面に接することが強化されている。表面構造の好適な適用としては半導体処理装置が含まれ、例えばプロセスチャンバの内面や、半導体基板をチャンバ内部で用いられる機能素子の表面が含まれている。機能素子には、処理チャンバ内の所定位置に半導体基板を収容するための静電チャックが含ま

れている。半導体処理チャンバの内部用に、及び、その内部の機能素子用に最も基本的な用いられる構造用材料は、アルミニウム又はアルミニウムを備える合金である。

【0009】表面構造には、アンダカット構造が少なくとも1つ好適には複数備えられ、適用される誘電体層の機械的なロックを容易にする。好適には、アンダカット構造は鳩尾状 (dove-tail shaped) になっており、アンダカット構造は、誘電体材料が適用されるべき表面を通る少なくとも一つの溝になっていることが基本的である。アンダカット構造 (溝) の正確な形状は、表面構造に適用されるべき誘電体材料に依存するが、なぜならば、誘電体材料が当該構造の表面と密に接することができなければならないからである。特に、高温での適用に関しては、セラミック材料が特別上等な誘電体材料となる。アルミナやアルミナ/チタニアは、電気的特性と半導体産業で基本的な用いられる処理条件下における性能特性について入手可能な情報とを考慮して、セラミックの誘電体材料の中で優れた例である。

【0010】誘電体コーティング又は誘電体層が適用されるべき表面が金属 (特にアルミニウム) であるとき、グリットプラスは、上述の表面にアンダカット構造を製作するために有利な方法となる。本発明のアンダカット構造の作製のために用いられるグリットプラスの方法には、所望の形状を有するアンダカット構造を作り出すのに十分な圧力及び時間で、作製されるべき表面に特定の入射角度で適用され、特定の粒子サイズ範囲を有するグリットの使用が含まれている。

【0011】特に、アルミニウム表面の作製のために、粒子サイズが50〜90メッシュにわたり、好適には約70メッシュである酸化アルミニウムのグリットが有利である。アルミニウム表面へのグリットの入射角は90°以下であり、好適には50〜80°にあり、より好適には約70°である。グリットが、3次元形状の構造を作り出すのに十分な力及び時間で適用され、アルミニウム表面上のベース面からの高さが所望のものになり、そのような形状間のピッチ又は間隔も所望のものとなる。

【0012】当該構造が溝であるときには溝の高さが少なくとも0.001インチ (0.025mm) であり、溝のピッチが約0.003インチ (0.075mm) であることが好ましい。

【0013】作製されたアルミニウム表面全体に適用された誘電体層は、熱的に吹き付けられたセラミック製のものが好ましく、また、プラズマ溶射されたものがより好ましい。プラズマ溶射されたアルミナは、作製されたアルミニウム表面に対して80〜90°の角度で適用される。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明は表面構造及びその構造の作製方法に関する。当該表面構造は、表面構造の一部を

構成する誘電体材料の接着力を高める。表面構造の好適な適用としては半導体処理装置が含まれ、例えばプロセスチャンバの内面や、半導体基板をチャンバ内部の所定位置に收容するのに用いられる静電チャックのように、チャンバ内部で用いられる機能素子の表面が含まれている。処理チャンバ内面又は静電チャック上面の製造するときはアルミニウム表面の作製が含まれており、作製した表面上に誘電体材料（例えば、アルミナ又はアルミナ/チタニア）を適用（例えば、プラズマ溶射）することが後に続いている。

【0015】このような表面構造及び方法は広く適用可能であるけれども、本明細書では最終用途としての主な適用である静電チャックに関して記載をする。表面構造及び方法は、当業者が概念と本明細書で概念を具体化する技術とを、単に半導体処理装置内部で非常に多くの用途に当てはめることができる限りは、上記単一の適用だけに限定されるものではない。

【0016】さらに、本発明の表面構造を備えている誘電体層はセラミックである必要はなく、ポリイミド（polyimide）又はその他の当該技術で知られている誘電体材料でもよい。しかしながら、上記産業でセラミックの誘電体層の有する重要性により、本明細書で詳細に述べられる表面構造は、セラミック誘電体層を備えている。

【0017】基本的には、静電チャックの上面を提供する誘電体層が、冷却ガス又はその他の熱伝達流体が静電チャックの上面に流れるのを容易にすることができるようになっていなければならない。本明細書に記載され且つ特許請求の範囲にされる表面構造は共に、静電チャックの表面構造内部で放電の原因の可能性のある高周波プラズマ環境で、熱伝達ガスが絶縁破壊するという問題、及び、静電チャックの表面構造の劣化の原因にもなる可能性のある半導体基板と静電チャックの導電性ペディスタル部分との間の放電の問題を述べている。

【0018】図1に示されるように、プラズマ処理チャンバ100には静電チャック102が含まれて、処理中にチャンバ100内部の所定位置で電気的に半導体基板104（典型的には半導体ウェハ）をクランプする。静電チャック102を貫通しているリフトフィンガ開口部（lift finger openings）106は、いったん電力が消されクランプ力がなくなると、リフトフィンガ（図示せず）がその開口部を通り半導体ウェハを持ち上げて静電チャック102の上面から離れるのを可能にしている。さらに、静電チャック102には、図2に示され、そのと、静電チャック102の周縁部に近接した環状の（典型的には導電性で金属の）インサート110にあるガスフロー開口部202が含まれており、インサート110は下面内でガスフローチャネル112の機械加工をされている。ガスフロー開口部は環状配置になっている必要はないが、上記のものが好ましい。さらに、静電チャック102内部に1以上の環状インサートがあるよう

にすることが可能である。ガスフローチャネル112は、金属製の環状インサート110を通してその上面の内側の近傍に向かい、（図2（C）に示される）金属の薄層113が誘電体層114をチャネル112から分離するようにしている。環状インサート110は静電チャック102内面に近接してシールされている。

【0019】図2（A）の平面図及び図2（B）の関連した断面図に示されているように、複数のスルーホール202が誘電体層114を貫通し、静電チャック102の外縁部の全周にわたって通るガスフローチャネル112と接続している。図2（B）には、静電チャック102の底部から突き通ってガスフローチャネル112内に入り込み、スルーホール202において静電チャック102の誘電体表面117上に向かって出てゆく導管108を通して、冷却ガスが供給されることができると示されている。溝（図示せず）を静電チャック102の誘電体表面114内に機械加工して、さなければ形成して、それらがスルーホール202と交差するとき、冷却ガスがスルーホール202から進んで上述の溝に入り込み、冷却ガスが静電チャック102の上面全てにわたって供給される。

【0020】斜視図及び部分断面図である図2（C）には、（典型的には導電性の）インサートリング11が示されており、ガスフローチャネル112及び複数のホール115が、フローチャネル112の天井部を形成する（典型的には金属の）薄層113を通して形成されて、熱伝達ガスの流路を提供しているのがより詳細に示されている。ガスフローチャネル112は、環状インサート110内部においてその上面の内側近傍に向かって上方に延在して、金属の薄層113が上部の誘電体層114をガスフローチャネル112から分離するようにしている。上部誘電体層114を付けた後に、金属の薄層113を通して複数のホール115を、ガスの流路を設けることができる。他方、誘電体層114を付けた後に、誘電体層114及び金属の薄層113を同時にあなをかけることにより、ホール115を形成することができる。

【0021】図3（A）は、静電チャックの構造の好適な実施形態を示す概略断面図であって、金属製ペディスタルと、熱伝達流体の流れを可能にする誘電体インサートと、上部誘電体層及び結合し、それらの結合によって、静電チャックについて必要とされる機能性(functionality)が提供されている。円筒形の誘電体インサート300は、外周部にあるボス301と底部において上方方向に延在している空洞部308でもって形成されている。空洞部308は、ブラインド（閉じた）上端部を有している。ソケットホール313が導電層310の上部からあけられ、導電層310の底部内で機械加工された下部縦チャネル312を少なくともとも通っている。導電層310は、図1に102として示された種類の静電チャ

ックのベディスタルであるのが好適である。好適には、ベディスタル310には埋設チャネル312が含まれ、熱伝達流体の流れを容易にしている。ソケットホール310は機械加工されてベディスタル310上面を通り、埋設チャネル312と接続している。誘電体インサート300はソケットホール313に嵌め込まれて、ボス301の底部がソケットホール313の側面部に載っており、誘電体インサート300の底部と埋設チャネル312の底部との間の間隙が残っている。熱流体（典型的には冷却ガス）は、ガスチャネル312から誘電体インサート300内部に形成されて縦方向に延在している空洞部308内へ流れることができる。

【0022】誘電体インサート300を導電層310のソケットホール313に嵌め込んだ後は、誘電体層302を誘電体インサート300及び導電層310（基本的には、静電チャック102の本体又はベディスタル）の両表面全体に堆積したり、又は他の方法で付けたりする。つぎに、誘電体層302を処理（基本的には研磨）して、図3（A）に示され、ブラインド端部より下方にあって誘電体インサート300について縦上下方向に延在した空洞部308に向かへ線304まで戻すことにより、厚さの減じられた誘電体層302'が形成される。これにより、空洞部308は上端部で開口して開口部306が形成され、例えば冷却ガスのような熱伝達流体が流れてガスチャネル312から、インサート空洞部308を通して、開口部306から出て、厚さの減じられた誘電体層302'の表面に達することができる。再び、厚さの減じられた誘電体層302'を処理して、その表面に、開口部306に接続されたガス供給溝を形成することができる。好適には、環状リング内に形成される各ソケットホール313に挿入される複数の誘電体インサート300が、図2（A）に示されるような開口部202において周方向に配置されている。

【0023】図3（B）は、図3（A）に示されたものと同様の静電チャック構造についての第2実施形態の概略断面図である。本実施形態では、管状の誘電体インサートスリーブ320が含まれて、予めあなけられた中央開口部328を有している。すなわち、スリーブ320は軸方向流路328を有する直円筒になっている。流路328は誘電体スリーブ320を通ったり、図3（A）のインサート300のように、ブラインド上端部（図示せず）を有していたりしてもよい。

【0024】導電層300は、図2（C）に示されるインサートリング110と同様のインサートリングでもよい。（図2（C）に示されるホール115と同様の）第1のソケットホール334が導電層330を通してあげられ、静電チャックのベディスタルにある下のガスチャネル338と接続している。第2のソケットホール335が部分的に金属層330を通してあげられ、ソケットホール335の底部で突部（ledge）336を形成してい

る。誘電体インサートスリーブ320はソケットホール335に嵌め込まれ、その下端部が突部336上に載っている。さらに、誘電体インサートスリーブ320は、金属層330の上部のインサートスリーブ320の周囲に延在している環状溶接すなわちろう接継手326、又は、かかる位置における締め込み嵌めによって、金属層330内部で収容されてもよい。

【0025】誘電体スリーブ320を導電層330のソケットホール335に嵌め込んだ後は、誘電体層322をインサートスリーブ320及び導電層330の表面全体に付ける。引き続いて、誘電体層322を処理して線324まで戻して、厚さの減じられた誘電体層322'を形成し、インサート320及び開口部332を誘電体スリーブ320の上部で露出させる。所定位置にインサートスリーブ320を収容するために、溶接326を用いないことが望ましい場合、層322を処理して戻し、それが誘電体インサートスリーブ320を露出させないようにすることができる。それから、開口部332が誘電体層322を通してあげられて、誘電体スリーブ320内の開口部328と接続している必要がある。

【0026】基本的には、図3（A）に示される誘電体インサート300及び図3（B）に示される誘電体スリーブ320は、図2（B）に示される種類の静電チャック102の周縁部に配置された複数のインサート320として用いられている。複数のインサートは、図2（A）、図2（B）及び図2（C）に110として示される種類の導電性環状リングの周囲に配置される。

【0027】図4（A）～図4（F）には、金属のベディスタル、誘電体インサート及び上部誘電体層の組み合わせを用いた静電チャック構造の第3の実施形態（example）が示されている。図4（D）～図4（F）を参照すると、最終構造は、静電チャックベディスタル400が、誘電体インサート418を備える少なくとも1つの熱伝達流体フローチャネル408を含んだものになっている。誘電体インサート418が、熱流体フローチャネル408と誘電体インサートとの間で、ガスフロー用の環状の開口部を提供するようにある大きさで作られている。

【0028】さらに、ベディスタルの上にある誘電体表面層414には、熱伝達流体フローチャネル408のすぐ上にある開口部が少なくとも1つ含まれ、誘電体インサート418の挿入に備えるような大きさで作られて、環状の空間が層414と誘電体層418との間にある。かくして、熱伝達ガスは結合性ラミック420により固定されている。熱伝達流体が誘電体インサート418と開口部との間の空間を通して流れることができる限り、誘電体インサート418が誘電体層414を通して

開口部の中央に配置されることは重要でない。

【0029】図4(A)から図4(F)までに示される好適な実施形態の作製は以下のようになる。図4(A)に示されるように、埋め込まれた(buried)少なくとも1つの熱流体フローチャネル408を、溶接やろう付けの技術では知られた技術を用いて、ベディスタル400内10に作る。つぎに、ベディスタル400の表面406を通して、少なくとも1つのホールすなわち開口部410をあけ、図4(B)に示されるように、熱流体フローチャネル408と接続する。開口部410の直径は限界のあるものではないが、大体0.080インチ(約2mm)であるか又はそれより大きいのが基本的である。直径は重要ではないけれども、選択された直径の公差は約±0.005インチ(±0.13mm)以内に保持されるべきである。

【0030】つぎに、空間を保持する(space-holding)マスキングピン412を、開口部410を通して熱流体フローチャネル408内に配置し、誘電体材料が開口部410に入り込まないように、上部表面誘電体層414を付ける。これが、開口部410の直径の公差を注意深く制御しなければならない理由である。マスキングピン412を、アルミナ又はアルミナ-チタニアの誘電体の被覆物が接着しない材料から構成するのが好適である。テフロン(デュポン社の登録商標)のマスキングピン412が十分に作用することが見出されている。空間を保持するマスキングピン412は直径の3から6倍の高さになって、制御すべき特徴部分が機能的になっている(the controlling feature being functionality)。特に、マスキングピン412は十分な高さをして、(図4(C)に示されるような)誘電体被覆層414を付けた後に、それをつかみ引き出す(取り除く)ことのできるようになっているのが好適である。しかしながら、マスキングピン412の高さは、それにより影が投じられて、誘電体のコーティングが全周にわたってマスキングピン412と直接接して付くことが妨げられることのないようになっているのが好適である。

【0031】誘電体コーティング層414を、必要とされる誘電体層414の最終厚より厚い約10〜20ミリンチ(0.010〜0.020インチ、0.25mm〜0.50mm)である厚さにして付けることが基本的である。誘電体層414を付け、マスキングピン414を取り除いた後は、誘電体層414を研磨して最終厚さにし、静電チャックから研磨残留物を取り除く。このことにより、(少なくとも1.0ミリンチ(0.001インチ)すなわち0.025mm)までフラットになった(flat)誘電体層414には、清らかで平らな表面422が与えられ、これは、図4(D)に示されるように、0.001インチ(0.025mm)離れた平行な2つの面内に、表面上の全ての場所が存在することを意味すると解されている。誘電体層414を通る開口部4

16とベディスタル400を通る開口部410とは、前述したように、直径を基本的には約0.080インチ(2mm)又はそれより大きくしている。かかる直径では、あらゆる残留物たとえば研磨残留物を取り除くのを容易にすることができる。これは、直径が小さくて除去し難い開口部を有する本発明の他の実施形態よりも有利にしている。

【0032】つぎに、図4(E)に示されるように、開口部416、410の直下にある熱流体フローチャネル408のベースに、測定される量の接着性セラミック420を堆積する。誘電体420の厚さは、表面の誘電体層414及び誘電体のピン418を含む平坦な上表面424が維持されている間、誘電体ピン418の長さの変化が補償されるようになっている。誘電体のピン418は、研磨された心なし研削された(centerless ground)セラミック、基本的にはアルミナから作製されており、直径が約0.003インチ〜約0.005インチ(約0.076mm〜約0.102mm)にわたって、開口部410、416のあな直径よりも小さくなっているのが基本的である。誘電体のピン418は、少なくとも0.010インチ(0.25mm)まで切削加工され、表面の誘電体層414及びベディスタル400を通して熱伝達流体フローチャネル408の底部に至るあな部の深さより短くなっている。誘電体ピン418を切削加工して、長さが規定を下回る0.040インチ(1mm)としてもよい。

【0033】誘電体ピン418を開口部416及び410に挿入して、熱伝達流体フローチャネル408の底部426に載っている接着剤420内へ差し込む。前述のように、ピン418が配置されて平坦な上表面424を提供することが重要であって、このことが、接着剤420の厚さまで入るピン418の貫通の深さを用いて実現され、ピン418の長さのあらゆる相違を作り出す。誘電体ピン418があな開口部416、410内部で心出しされていることは重要でなく、変形は許容される。基本的にはガスである熱伝達流体は、ベディスタル400を通る開口部410及び誘電体層414を通る開口部410と誘電体ピン418との間の環状の開口部から流れ出る。

【0034】直径8インチの半導体ウェハと組み合わせで用いられる静電チャックの場合、約180ガウス流路(gas flow pathways)があって、静電チャックの周縁部にリング状に配置された誘電体インサートを含んでおり、導電性インサート400内の円形の開口部410が、基本的に0.040〜0.400インチ(直径1〜10mm)に及び、誘電体インサートの外径が、空洞(cavity)の直径よりも小さい0.005(0.123mm)になっている。このような法は、用いられる熱伝達流体(冷却ガス)の種類、処理チャンバ内部で用いられる圧力、及び静電チャックの表面に対する望ましいガ



スの総流量に応じて調整される。

【0035】本発明は、改善された表面構造とその構造の作製方法に関する。このような表面構造は、表面の誘電体層が基本的には金属の（好適にはアルミニウム）の下部基板と結合することを考慮に入れている。静電チャックの作製中にこの表面構造を用いることは、前述した態様で静電チャックの作動寿命を改善する。

【0036】上述したように、静電チャックの表面は、下部誘電体層だけでなく熱伝達流体フロー手段を備えている。熱伝達流体フロー手段は誘電体インサートであるのが都合がよく、誘電体インサート用の好適な材料はアルミナ又はアルミナ-チタニアである。基本的な静電チャックベディスタルはアルミニウムから構成されており、また、ガスフローチャネルを備え、静電チャックに内に挿入される導電性インサートもアルミニウムから構成されている。

【0037】前述した多くの理由のため、アルミナ又はアルミナ-チタニアの誘電体インサートの上にある誘電体層を、アルミナ又はアルミナ-チタニアから構成することは都合がよい。また、上部誘電体層を熱的に焼き付けられたアルミナ又はアルミナ-チタニアから構成することが望ましい。なぜなら、このような材料により、冷却時において、マイクロクラックが生じて、アルミニウム基板と上にあるアルミナ又はアルミナ-チタニアの誘電体コーティング（基本的には約5〜2%のチタニア）との間の膨張差を補い、アークプラズマにより貫通する大きなクラック又はポケットが形成されないからである。

【0038】上述したように、アルミナ誘電体層が付けられるべきアルミナ表面は、アルミナ誘電体層のプラズマ溶射によるコーティングに先立つグリットプラストを用いて、研磨されている（粗くされている）のが基本的である。粗くすることにより、溶射されたアルミナ層のアルミニウムの表面に対する機械的な結合が改善される。

【0039】図5（A）は、過去においてグリットプラストが行われた態様を示している。静電チャックのアルミニウムベディスタル500を、テーブル又はハンドヘルド(hand held)上に固定し、粒子サイズが50〜90メッシュのグリット（基本的には酸化アルミニウムのような酸化物）をノズル502、504、506から適用して、アルミニウムベディスタル500を研磨した。表面に対するグリットの入射角をノズル（ノズル504、506と比べたノズル502）の角度によって図示の通り変化させ、入射角を基本的には約85°と約90°（ほぼ垂直）との間で動かした。グリットがアルミニウムベディスタル500の表面510と接触する入射角により、表面がランダムに粗くされ、510で示されるように、有限の深さにはかからない。

【0040】本発明にしたがって、グリットがアルミニウ

ム表面に衝突する角度を制御することにより、また、グリットプラスト中にアルミニウムベディスタルを面粗くさせることにより、表面にアンダカットを有する溝を作り出すことができ、このことが、上述したアンダカットのある溝の付けられたアルミニウム表面全体に、引き続いて適用される誘電体コーティングの機械的な固定を可能にすることが見出された。好適には、アンダカットの形状は「鳩尾(dove-tail)」状になっているが、なぜなら、剥離の力は平面に対してほとんど垂直になっている、「鳩尾」型の溝がそれに逆らう力のベクトルを作り出すからである。図5（A）には、グリットプラストされた静電チャックのアルミニウムベディスタル520が示されているが、（524と付されている）角度 $\alpha$ に示されているノズル522が用いられて、グリット534がアルミニウムベディスタル520の表面536に対し、およそ $\alpha$ の角度で当たっている。グリットプラスト中にはアルミニウムベディスタル520が、回転しているターンテーブル（図示せず）に固定されている。ターンテーブルはベディスタル520を、図5（B）に矢印528で示されているように、中心線538の周りで回転させる。アルミニウムベディスタル520の表面536上のグリットプラストの深さ530及びピッチ532を一定に維持するために、一定の周方向の速度を維持すること、すなわち、グリットプラストが行われるときにノズルが中心線538に近づくにつれて、ノズル522の移動速度を増すことが必要である。機械加工の技術では知られた種類のコンピュータ駆動ソフトウェアが用いられ、アルミニウムベディスタル520の外縁部542から線540に沿って中心線538まで、ノズルの位置を調整している。ノズルを移動させることにより、又は、アルミニウムベディスタルが固定されているターンテーブルを移動させることにより、ノズル522の位置が調整されているか否かは重要ではない。グリットプラストはかかる技術を用いて、アルミニウムベディスタル520の表面536に「溝」526を作り出す。このような溝526は、引き続いて適用される誘電体コーティング（図示せず）との機械的なロックを与える。このような態様で作製されたアルミニウムベディスタル520表面536全体に、プラズマ溶射することにより適用されるアルミナの誘電体コーティングの場合、約20%以上の剥離強度の改善が観察されている。

【0041】例えば、アルミニウムベディスタル520は、毎分約20〜30回転（20〜30rpm）で回転するターンテーブルに固定されている。アルミニウムベディスタル520の表面536に対するノズル522の衝突角度 $\alpha$ は、約70°である（好適には、その角度は50°〜80°の範囲にある）。酸化アルミニウムのグリット粒子のサイズは約60〜80メッシュであって、グリットプラストによる塗料の除去用に一般的に用いられる種類のノズルを用いて適用されている。本発明の実施

に設つたグリットプラスト装置の種類は、エンパイア・アブレイシブ・イクイップメント(Empire Abrasive Equipment) (ペンシルバニア州ロングホーン) から市販されている。グリットプラスト後に、溝526の高さ526が約0.003インチ(0.025mm)となった。引き続き、上述したようにアルミニウムベディスタル520の表面を作製するために、温度が40〜80℃である作製されたアルミニウムベディスタル520表面536全体に、プラズマ溶射されるアルミナのコーティングが適用される。プラズマ溶射されるアルミナは表面536に対して80〜90°の角度で(ほぼ表面に対して垂直)適用される。プラズマ溶射されたアルミナコーティングは跳ね返って表面から離れる傾向にあり、その結果、表面536に対する固有の角度でコーティングをすることが重要となる。冷却後、プラズマ溶射されたアルミナの剥離強度がASTMの方法を用いて検査され、アルミニウムベディスタル520が図5(A)に示される従来の技術の方法を用いて作製されるときに得られるものより、約20%以上改善されたことが明らかとなった。

【0042】以下の提案は、本発明を用いた最良の結果を得るために用いられる方法に関し広範囲にわたる。

【0043】誘電体インサートをアルミニウムのような導電性の表面との組み合わせを用い、誘電体コーティングを表面の上記組み合わせについて適用するとき、誘電体インサートと導電性表面との境界部が、コーティングのきずの形成を回避するために、特にプラズマ溶射による誘電体コーティングの場合には、極めて精密な公差に保持されることが必要である。プラズマ溶射によるコーティングが表面上に稠密な構造を形成することができないことのため、80〜90°範囲にある角度でコーティングを適用することが好適である。プラズマ溶射された表面に垂直になすことは、最大のコーティング密度を得るために好ましい。

【0044】プラズマ溶射されるセラミックのように、プラズマ溶射による誘電体層は均一でない。アルミナの場合、溶融状態のアルミナ粒子が塗布される表面に接し、それが冷えるときに縮む。アルミナは当該接触面と接合しているため、それが冷えるときに割れる。そのように割れることは、割れのサイズがサブミクロンであり、また、割れが表面全体にわたって比較的に均一に分布している限り許容できる。下部層の熱膨張により引き起こされる割れは、吹き付け層が均一でない限り増強することができない。チャックが、セラミックの誘電体層に吹き付けられる温度とは異なる処理温度になっている場合に、セラミックの誘電体層内には割れされた不連続性があることは重要である。基本的には、アルミナの誘電体コーティングは、約60℃で適用される。

【0045】線膨張係数がアルミニウムのそれに近接した他の誘電体材料が許容される。例えば、体積で35

〜45%のガラス又は鉱物の充填剤が入ったエンジニアリング熱可塑性材が、導電性の(アルミニウム)ベディスタルの表面全体に射出成形可能なコンパウンドを作り出すために用いられる。誘電体材料は、静電チャックの作動温度において切り欠き感度はなく(not notch sensitive)且つ機能が果たされる限り、熱硬化性又は熱可塑性になっているものがよい。

【0046】上述した好適な実施形態は本発明の範囲を限定するものではなく、当業者が本発明の開示を考慮して、本発明の上記特許請求の範囲の要旨に相当する実施形態を拡充することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】内部の所定位置に静電チャックがある典型的なプラズマETCHING処理チャンパを示す図である

【図2】図2(A)は、静電チャックの上面を提供する誘電体層の周縁部に配置されたガス供給孔又はガス供給穴を含んでいる典型的な静電チャックの概略図であり、図2(B)は、誘電体層の冷却ガス用の流路を示している図2(A)の静電チャックの側面図であり、図2

(C)は、導電性リングインサート(conductive ring insert)の斜視図及び部分断面図である。

【図3】図3(A)は、熱伝達ガス流導管(heat transfer gas flow conduit)を備える誘電体インサートの形態が、上部誘電体層によって所定位置に保持されている静電チャックの一実施形態の概略図であり、基本的には、上部誘電体インサートに予め孔がけられ、当該インサートの通路が処理中には露出している。図3(B)は、熱伝達誘電体インサートが上部誘電体層によって所定位置に保持されている静電チャックの第2実施形態の概略図であり、冷却ガス供給孔がけられて上部誘電体層を通り、上部誘電体層の適用後にインサートの通路と接続している。

【図4】静電チャックを形成する方法を示し、誘電体表面が誘電体インサートと共に作用して静電チャックの半導体基板を支持する上面を提供する図である。

【図5】図5(A)は、誘電体層が適用されるべき静電チャックのアルミニウムベディスタル表面の処理についての従来の技術の方法を示す図である。図5(B)は、誘電体層が適用されるべき表面の処理についての本発明の好適な方法を示す図であり、処理される表面には少なくとも1つ、そして好適には複数のアンダーカットの構造が含まれ、誘電体層が処理された表面と機械的に運動するのを可能にする。

#### 【符号の説明】

300…誘電体インサート、301…ボス、302、302'…誘電体層、306…開口部、308…空腔部、310…導電層、312…ガスチャネル、313…ソケットホール、320…誘電体スリーブ、322、322'…誘電体層、326…溶接、328…中央開口部、330…導電層、332…開口部、334、335…

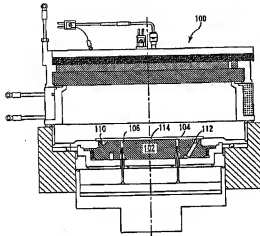
17

18

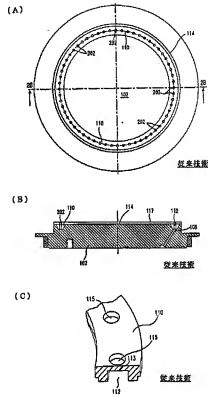
ソケットホール、336…突部、338…ガスチャネル、400…ベディスタル、406…表面、408…熱流体フローチャネル、410…開口部、412…マスキ

ングピン、414…誘電体表面層、416…開口部、418…誘電体インサート、420…接着層、422…表面、424…上表面、426…底部。

【図1】



【図2】



【図4】

